

III-499 小口径の鋼管を用いた杭の水平挙動

豊橋技術科学大学大学院 学生員○小松広和
 中 部 金子孝雄
 小型杭基礎工業会 都築富夫
 豊橋技術科学大学 正 員 新納 格
 豊橋技術科学大学 正 員 栗林栄一

1. はじめに

杭の水平挙動に関する研究は、これまでに非常に多く行われてきたが、本研究の対象とする外径が20cm未満、全長3m以下の鋼管を用いた杭(以後小口径短杭と呼称する)のような小さな杭についてはまだ少ない。そこで、この小口径短杭についての現場試験と模型試験の結果を比較してみた。水平挙動は地盤の非線形性を考慮した久保らによる港研方式¹⁾が最も広く利用されているので本研究でも港研方式を利用する。

2. 実験概要

実地盤での現場試験と室内での模型試験の概要は以下のようである。

現場試験 実地盤に鋼管を打ち込み地表面より75cmの位置を載荷点とし水平載荷を行った。また、実験事前の杭打ち込み時の打撃エネルギーを打ち込み回数より計算した。地盤の違い、杭長および杭径の違いによる影響を考察するために3種類の地盤で杭のサイズを変えて延べ31本の杭で実験を行った。各地盤とも標準貫入試験によりN値を求め、図-1にその分布を示す。

模型試験 土槽内(1m×1m×0.5m)に、径3.8cmの塩化ビニル管を立て込んだ模型杭(載荷高10.7cm、根入長28.6cm)で実験を行った。地盤の作成方法は、実地盤より採取した砂質の土を均一になるように踏み固めて作成し、土質試験により間隙比を算出した。

測定項目は両試験とも水平荷重、杭頭変位、地表面変位および杭体のひずみとした。また、地盤の判定のために現場試験で行った打撃エネルギー算出と同様に杭打ち込み回数を記録した。

表-1 杭の要目

	MODEL PILE	MINIPILE
B	3.8	18.52
t	0.5	0.5
EI	187800	1696800000
H	10.7	75
L	28.6	200

B: Width of pile (cm)
 t: Thickness of plate pile (cm)
 EI: Rigidity of pile (kgfcm²)
 H: Height of load application (cm)
 L: Embedded length of pile (cm)

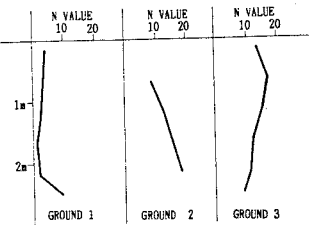


図-1 N値分布

3. 実験結果と考察

3.1. 杭変位、曲げモーメント、地盤反力の関係

杭体の曲げひずみより杭体の曲げモーメントを計算し、それを数値積分と数値微分することによって杭全体の変位および地盤反力が求められる。しかし、直接求めた曲げモーメントは間隔が大きいので、曲げひずみより求めた曲げモーメントを最小二乗法で測定間隔の1/20に区切って求め、その値を数値積分でたわみ角と杭変位、数値微分でせん断力と地盤反力の計算を行った。その結果を図-2に示す。図中の印は、

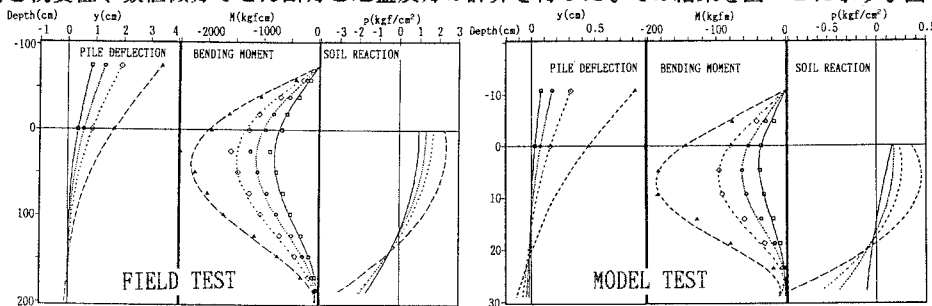


図-2 杭変位、曲げモーメントと地盤反力分布

杭変位分布では実測値、曲げモーメント分布ではひずみより求めた値である。地盤反力には微分で求めた地盤反力を杭幅で割った値(単位: kgf/cm^2)としている。この図より現場試験と模型試験は相似の関係があることがわかる。

3.2. 地盤反力と杭変位の関係

図-3は、地盤反力と杭変位の関係を両対数紙に示したものである。この図より地盤反力 p は杭変位 y の0.5乗に比例することがわかる。このことは、現場試験の他の地盤、および模型試験でも同様であった。これより、 $p = kcy^{0.5}$ の関係があり、C型地盤に適用される林-宮島による式¹⁾と同じとなる。しかし、現場試験での N 値の分布と土質より判断するとS型地盤とみなされる。このことより、この小口径短杭は根入れ長が短いので N 値が増加していてもほぼ一定と見なされるのではないと思われる。 kc は図-3で杭変位が1cmのときの地盤反力 p の値とし、図では、 $2(\text{kgf/cm}^2 \cdot \text{cm}^{0.5})$ となるが林-宮島によって与えられたC型地盤の地盤常数 kc と N 値の関係の図より得られた kc より大きな値となっている。他の地盤でも同様であったために、杭打ち込み時の打撃エネルギーを用いた kc の求め方を考えた。その近似式が試験を行った延べ31本の杭より、以下のようになった。

$$kc = E / (100 \times A)$$

ここで、 E は杭を1cm打ち込むのに必要な打撃エネルギー(kgfcm)、 A は杭の断面積である。

このことより、小口径短杭は、杭径や地盤強度で比較すると支持力は大きいことがわかる。

4. 水平挙動の推定

久保らによる港研方式は、基準となる杭について得られている諸種の関係から、相似則を用いて実際の杭の挙動を推定する方法である。本研究での実験は、現場試験を相似則によって縮小した模型実験を実施したのでこの港研方式が適用できるのではないかと考えられる。そこで、水平荷重(H_{top}) - 杭頭変位(y_{top})と水平荷重(T_{top}) - 最大曲げモーメント(M_{max})の関係を両対数紙にプロットし図-4に示した。いずれもほぼ直線上にあり、水平荷重が杭頭変位に比例し、また、曲げモーメントに比例することがわかる。模型試験による模型杭を基準杭として、基準曲線を求め、原型の杭の挙動が推定できる。

5. おわりに

杭は、ここで実験を行ってきた単杭でなく、群杭として用いられることが多い。これまでの結果より単杭の挙動が模型杭によって推定できることがわかった。今後は、群杭についての模型試験を行い小口径群杭の挙動を推定する研究を進めて行きたいと考える。

参考文献

- 1) 横山幸満: くい構造物の計算法と計算例, 山海堂, 1985
- 2) 久保浩一: 短杭の横抵抗, 港湾技術研究所報告, Vol. 5, No. 13, 1966.6
- 3) 土質工学会: 杭基礎の設計法とその解説, 1987.1
- 4) KOMATSU Hirokazu, WONG Mok Far, et al: SOIL STRUCTURE INTERACTION OF A Laterally Loaded MINIPILE, 土木学会第44回年次学術講演会, 1989, 10

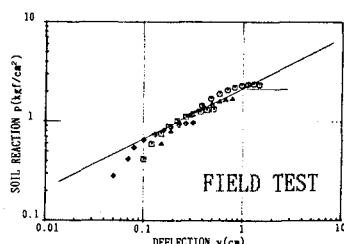


図-3 地盤反力と杭変位の関係

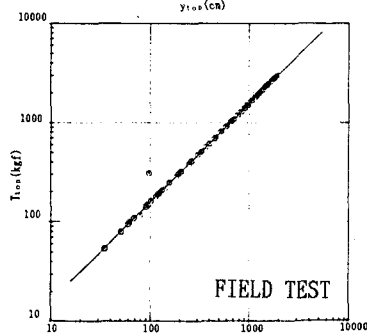
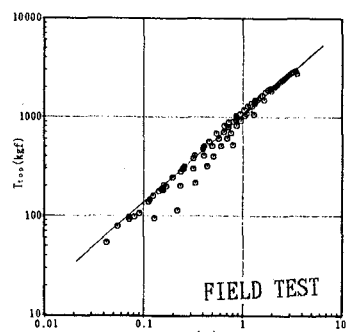


図-4 杭頭荷重と杭頭変位
最大曲げモーメントの関係